




## Descrição morfológica do desenvolvimento inicial de *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae) do Baixo Amazonas, Pará


Dérick Leandro Góis Lima<sup>1</sup>, Ruineris Almada Cajado<sup>1</sup>, Lenise Vargas Flores da Silva<sup>2</sup>, Janna Laely dos Santos Maia<sup>3</sup>, Diego Maia Zacardi<sup>1</sup>


1. Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton e Pesca em Águas Interiores, Brasil.


 [derickleandro3@gmail.com](mailto:derickleandro3@gmail.com)


 [ruineris.cajado@gmail.com](mailto:ruineris.cajado@gmail.com)


 [dmzacardi@hotmail.com](mailto:dmzacardi@hotmail.com)


 [lvfrsi@yahoo.com.br](mailto:lvfrsi@yahoo.com.br)


 [janna\\_maia@hotmail.com](mailto:janna_maia@hotmail.com)


 <http://lattes.cnpq.br/5253981445673385>


 <http://lattes.cnpq.br/3589138303780787>


 <http://lattes.cnpq.br/8348319991578546>


 <http://lattes.cnpq.br/2727440862131148>


 <http://lattes.cnpq.br/7725477452849647>

 <http://orcid.org/0000-0002-2700-973X>

 <http://orcid.org/0000-0002-7047-0302>

 <http://orcid.org/0000-0002-2652-9477>

 <http://orcid.org/0000-0003-2574-2126>

 <http://orcid.org/0000-0003-1453-1956>

### RESUMO

O presente estudo caracterizou o desenvolvimento inicial do matrinxã, *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829), bem como as mudanças nos padrões de crescimento alométrico durante a ontogenia inicial da espécie. Um total de 260 larvas provenientes de reprodução induzida foram analisados quanto as variáveis morfométricas e merísticas, além do coeficiente de crescimento alométrico em relação ao comprimento da cabeça e do corpo. As larvas iniciais (3,9 a 5,9 mm) de *B. amazonicus* apresentam-se transparentes e com saco vitelínico relativamente grande e alongado. No estágio de pré-flexão (5,9 a 7,6 mm) as larvas apresentaram pigmentação dendrítica na região superior da cabeça e puntiformes ao longo da região superior da bexiga natatória. Nos estágios de flexão (8,3 a 13,5 mm) e pós-flexão (15 a 26 mm), a pigmentação se intensifica com pigmentos dendríticos e puntiformes, distribuindo-se principalmente na região superior da cabeça, dorso lateral do corpo e ao longo da linha lateral.

**Palavras-chave:** Alometria negativa, desenvolvimento inicial, morfologia, peixe, matrinxã.

### Morphological description of the initial development of *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae) from the Lower Amazon, Pará

### ABSTRACT

The present study characterized the initial development of matrinxã *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829), as well as the changes in allometric growth patterns during the initial ontogeny of the species. A total of 260 larvae from induced reproduction were analyzed for morphometric and meristic variables, as well as the coefficient of allometric growth in relation to head and body length. The initial larvae (3.9 to 5.9 mm) of *B. amazonicus* are transparent and have a relatively large and elongated yolk sac. In the pre-flexion stage (5.9 to 7.6 mm) the larvae presented dendritic pigmentation in the upper region of the head and pointed along the upper region of the swimming bladder. At the flexion (8.3 to 13.5 mm) and post-flexion (15 to 26 mm), pigmentation intensifies with pigments dendritic and punctiform, distributing mainly in the upper region of the head, lateral dorsum of the body and along the lateral line.

**Keywords:** Negative allometry; initial development; morphology; fish; matrinxã.

### Introdução

A bacia amazônica possui a maior diversidade de peixes de água doce do mundo, a cerca de 2400 espécies válidas (SANTOS et al., 2006; REIS et al., 2016), e expectativas de muitas outras a serem descritas (QUEIROZ et al., 2013). Grande parcela desses peixes são largamente explorados pela pesca de subsistência, comercial e ornamental, sendo uma das atividades extrativistas mais tradicionais e importantes no cenário econômico regional (ISAAC; BARTHEM, 1995; SANTOS et al., 2006; SOUZA; MENDONÇA, 2009). Entretanto, pouco se conhece sobre a taxonomia, distribuição, biologia, ecologia e desenvolvimento inicial da maioria das espécies.

Estudos detalhados sobre a ecologia de larvas de peixes não podem ser realizados sem o conhecimento prévio de sua identificação, sobretudo daquelas espécies coletadas em ambiente natural (BIALETZKI et al., 1998, 2001). Os peixes passam por diversas mudanças morfológicas drásticas durante o período larval, somado a isso, várias espécies

do mesmo gênero, desovam na mesma área e época do ano, e exibem particularidades quanto aos padrões de comportamento, alimentação e uso do habitat, muitas vezes diferentes da fase adulta (LEIS; TRNSKI, 1989), o que torna a identificação das larvas de peixes uma tarefa desafiadora, sobretudo, pela grande similaridade morfológica entre as espécies durante as fases iniciais do seu ciclo de vida (ZACARDI; BITTENCOURT, 2017).

As identificações são bastante complexas, constituindo um processo comparativo por eliminação, onde é fundamental a obtenção de séries de desenvolvimento larval em diferentes estágios, sendo as ilustrações o meio mais utilizado para registrar as transformações morfológicas. De acordo com Nakatani et al. (2001), Leite et al. (2007) e Zacardi; Bittencourt (2017) os caracteres diagnósticos para larvas podem ser merísticos, morfométricos, estruturais e pigmentares, além dos estágios de desenvolvimento de órgãos, relativos ao tamanho da larva.

Neste sentido, trabalhos de descrição morfológica larval proveniente de criação em cativeiro proporcionam uma ferramenta importante para a taxonomia, auxiliando na elaboração de guias e descrições adequadas e apropriadas que permitem a correta identificação das espécies em ambiente natural, além de fornecer subsídio para estudos ictiológicos, evolutivos e para a larvicultura.

Uma contribuição na quantidade de representações de larvas de peixes de água doce brasileiros foi dado por Nakatani et al. (2001), com a ilustração de 62 espécies, pertencentes a 22 famílias e 6 ordens. O número de publicações estudando o desenvolvimento de outras espécies de peixes de água doce neotropicais cresceu após essa obra, estando a maioria dos trabalhos concentrados na região Sul e Sudeste no Brasil (LUZ et al., 2001; SANCHES et al., 2001; GALUCH et al., 2003; REYNALTE-TATAJE et al., 2004; MACIEL et al., 2010; TAGUTI et al., 2009, 2015; CORREIA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012; KIPPER et al., 2013; ANDRADE et al., 2014, 2016; FAUSTINO et al., 2015; LOPES et al., 2015; PEREIRA et al., 2016; SANTOS et al., 2016, 2017). E poucos estudos relativos às características morfológicas de larvas foram realizados para espécies de peixes da bacia amazônica com destaque para os trabalhos de Araújo-Lima (1985); Araújo-Lima (1991); Araújo-Lima et al. (1993); Leite et al. (2007) e Oliveira et al. (2008).

O gênero *Brycon* Müller & Troschel (Characiformes, Bryconidae) abrange um grupo de peixes neotropicais de água doce (LIMA, 2003) e compreende um pouco mais de 70 espécies nominais atribuídas; mas, de acordo com a revisão proposta por Lima (2017), apenas 44 espécies são reconhecidas e válidas, das quais 22 ocorrem em drenagem de rios da América do Sul cis-andina. No Brasil, as espécies desse gênero estão distribuídas na maioria das bacias hidrográficas, como na bacia amazônica, Paraná, Paraguai e Araguaia-Tocantins (LIMA, 2001).

O matrinxã *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829) possui sua carne altamente apreciada, tem alto valor comercial na pesca e grande potencial zootécnico (FERREIRA et al., 2007; TORTOLERO et al., 2010), juntamente com a piracanjuba *B. orbignyanus* (Valenciennes, 1850), a piabanha *B. insignis* (Steindachner, 1877) e a piraputanga *B. hilarii* (Valenciennes, 1850) (LIMA, 2003). Na Amazônia, com *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829), *B. melanopterus* (Cope, 1872), *B. pesus* (Müller & Troschel, 1845) entre outros.

Estudos relativos às características morfológicas da fase inicial de *B. amazonicus* se concentram na descrição dos estágios embrionários e estão restritos àqueles realizados por Mira-López et al. (2007), Nakagash et al. (2013) e Nakath et al. (2015, 2016), portanto, pouco se sabe sobre as características morfológicas, merísticas e morfométricas dos estágios pós-eclosão.

De acordo com Alves e Moura (1992), descrições do desenvolvimento embrionário fornecem informações importantes quanto o reconhecimento de seus embriões em ambientes naturais, o que permite uma melhor avaliação do local de desova daquela espécie, e a detecção das alterações relacionadas aos fatores ambientais nas incubadoras, as quais poderão acarretar má formação larvais e

baixas produtividade.

Desta forma, pela carência de estudos mais elaborados sobre o desenvolvimento ontogênico, este trabalho apresenta, com fins taxonômicos, a descrição morfológica das larvas de matrinxã (*B. amazonicus*), por meio de variáveis morfológicas, morfométricas, merísticas e padrões de pigmentação, além de identificar o padrão de crescimento morfométrico.

## Material e Métodos

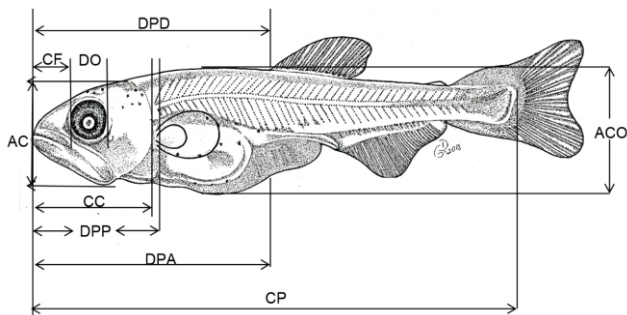
O material utilizado neste estudo foi proveniente da reprodução induzida de exemplares de matrinxã (*B. amazonicus*) da bacia Amazônica, realizada em 28 de fevereiro a 19 de março de 2011, no Laboratório de Aquicultura Unida de Agropecuária – UAGRO - Santa Rosa e Secretaria de Estado e Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca – SEDAP - Santarém, Pará.

As matrizes e reprodutores sexualmente maduros foram submetidos à reprodução induzida através da técnica de hipofisacção (hipófise comercial de curimatã) em quatro fêmeas e quatro machos (1,5 kg ambos os sexos). Foram injetadas duas doses nas fêmeas, sendo 0,5 mg/kg e 5,0 mg/kg, com intervalo de aproximadamente 12 horas entre as aplicações. Os machos receberam dose única de 2,5 mg/kg no momento da última dose em fêmeas. A fertilização foi realizada adicionando-se sêmen aos ovócitos, com adição de água após a homogeneização dos gametas para ativação destes e hidratação dos ovos, que em seguida foram lavados e distribuídos 300 ml de ovos hidratados em 3 incubadoras do tipo Zoug de 200 litros.

Foram analisados 260 indivíduos, coletados de cada incubadora em intervalos de 6, 12, 30, 45, 48, 126, 216, 243 a 336 horas pós-eclosão (hpe). Os mesmos foram anestesiados em solução de benzocaina na concentração de 100mg/L diluídos em álcool na proporção de 1/10, fixados em solução Karnovisk por 24h e acondicionados em potes de vidro de 20 ml devidamente etiquetados contendo solução de glutaraldeído a 0,5% para avaliação morfológica posteriores, utilizando estereomicroscópio.

As larvas foram separadas por estágios de desenvolvimento de acordo com o grau de flexão da seção final da notocorda segundo a terminologia descrita por Nakatani et al. (2001) em: larval vitelino - compreende desde a eclosão até o momento em que as larvas apresentam olhos completos ou parcialmente pigmentados, abertura do ânus e da boca; b) pré-flexão - se estende desde a abertura do ânus e da boca até o início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos primeiros elementos de suporte da nadadeira caudal; c) flexão - se caracteriza pelo início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos suporte da nadadeira caudal até a flexão da mesma e aparecimento do botão da nadadeira pélvica e d) pós-flexão - completa flexão da notocorda e aparecimento do botão da nadadeira pélvica até a completa formação dos raios de todas as nadadeiras. A descrição de cada estágio foi baseada na observação dos principais eventos morfológicos, durante as fases iniciais de desenvolvimento larval.

As medidas morfométricas, expressas em milímetros (mm), foram realizadas em microscópio estereoscópio equipado com ocular dotada de retículo milimetrado para obter os seguintes caracteres, segundo Nakatani et al. (2001): comprimento padrão (CP); comprimento do focinho (CF); diâmetro do olho (DO); comprimento da cabeça (CC); altura da cabeça (AC); altura do corpo (ACO); distância pré-dorsal (DPD); distância pré-anal (DPA) e distância pré-peitoral (DPP) (Figura 1).



**Figura 1.** Ilustração da larva de *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae) em fase final de flexão (216 hpe), com ilustração das variáveis morfométricas analisadas. / **Figure 1.** Illustration of *Brycon amazonicus* (Characiformes, Bryconidae) larvae in final flexion phase (216 hpe), with illustration of the morphometric variables analyzed.

A descrição, o registro dos padrões de pigmentação e os desenhos ilustrativos das fases de desenvolvimento foram realizados por meio de um microscópio estereoscópio com câmara clara (garantindo a posição das estruturas e as proporções corporais corretas) e acessórios de iluminação (iluminador do papel em que foram realizados os desenhos e o iluminador da larva).

Foram considerados os seguintes aspectos em relação aos cromatóforos: forma (dendrítico = ramificado e/ou punctiforme, e manchas = vários cromatóforos em forma de pontos unidos); número e posição dos cromatóforos em relação às estruturas do corpo da larva.

Para a caracterização merística foram quantificados, sempre que possível, o número de miômeros pré-anais (MPRA), miômeros pós-anais (MPOA) e número total de miômeros (NTM), bem como os raios das nadadeiras peitoral, pélvica, dorsal, anal e caudal (NAKATANI, 2001). Solução de azul de metileno a 1% (1g de azul de metileno em 100 mL de água destilada) foi utilizada como corante para facilitar a visualização de algumas estruturas como segmentos musculares (miômeros), elementos das nadadeiras, botões das nadadeiras peitorais e pélvicas, membrana opercular, aparato das mandíbulas, delimitação da boca e opérculo.

Para a análise das relações corporais (expressas como porcentagem), as variáveis morfométricas foram relacionadas com os comprimentos padrão e da cabeça ao longo do desenvolvimento: altura do corpo, comprimento da cabeça, distância pré-peitoral, distância pré-dorsal e distância pré-anal foram relacionadas com o comprimento padrão e o diâmetro do olho, comprimento do focinho e altura da cabeça foram relacionadas com o comprimento da cabeça.

Para análise das relações corporais, foi utilizado o índice de crescimento alométrico, calculado por meio de uma regressão linear simples realizada sobre as medidas submetidas a uma transformação logarítmica, para linearização dos dados (PERES-NETO, 1995):  $Y = a + X^b$ , onde  $Y$  = variável dependente (caracter medido),  $X$  = variável

independente,  $a$  = intercepto e  $b$  = coeficiente de crescimento (FUIMAN, 1983). Quando  $b = 1$  tem-se um crescimento isométrico, se  $b > 1$ , o crescimento é alométrico positivo e se  $b < 1$ , o crescimento é alométrico negativo. Todas as análises foram realizadas por meio do programa Excel 2010.

## Resultados e discussão

Foram analisadas 260 larvas de *B. amazonicus* (163 indivíduos no estágio larval vitelino, 43 em pré-flexão, 46 em flexão e oito em pós-flexão), que se encontravam com 3,9 a 26 mm de comprimento padrão (CP). A descrição de cada estágio é apresentada a seguir e ilustrada na figura 2.

Larval vitelino (6 a 12 hpe): neste estágio o comprimento variou de 3,9 a 5,9 mm ( $4,99 \pm 0,91$  mm) de CP (Figura 2A). Inicialmente as larvas são transparentes, com o corpo alongado, sem pigmentação, revestido por membrana embrionária “finfold” hialina que envolve todo o corpo das larvas no plano sagital mediano e aumenta sua extensão durante este estágio, pois dará suporte para formação das nadadeiras ímpares. O intestino é longo, ainda, não funcional com sua parte terminal ultrapassando a metade do corpo. As larvas eclodem com a presença do botão da nadadeira peitoral (sem raios).

Os olhos são esféricos e encontram-se despigmentados ou em processo de pigmentação, com câmara orbital na região pósterio-superior da cabeça. A notocorda encontra-se retilínea sendo visível por transparência. A cabeça apresenta-se curvada para baixo e com sua região superior levemente pigmentada. A boca é ventral e em formação. Neste estágio, é possível observar os otólitos e o início de formação dos opérculos, o saco vitelínico é relativamente grande e alongado e em alguns indivíduos maiores se encontram parcialmente absorvido. O número de miômeros varia de 41 a 42 (pré-anal= 24 a 25; pós-anal= 16 a 17) (Tabela 1).

Essa variação encontrada no grau de absorção do vitelo, pode ser uma influência do meio (fatores ambientais) como a qualidade da água por meio de variações na concentração de oxigênio dissolvido, pH e principalmente elevadas temperaturas, o que pode acelerar o metabolismo dos organismos fazendo com que a absorção do vitelo seja mais rápida (KAMLER, 1992).

O pouco desenvolvimento corporal observado no primeiro estágio de desenvolvimento após a eclosão de *B. amazonicus* é característico de espécies migradoras, com desova total, fecundação externa e sem cuidado parental, comum em outras espécies de Characiformes (NAKATANI et al., 2001), como também observado para outras espécies do gênero *Brycon* (REYNALTE-TATAJE et al., 2004; GRAÇA; PAVANELLI, 2007; OLIVEIRA et al., 2012).

As características de boca e intestino não funcionais, e ausência de pigmentação no corpo e nos olhos observada nas larvas recém eclodidas também foram constatadas em larvas da mesma espécie por Mira-Lopez et al. (2007), Neumann (2008) e Nakauth et al. (2016) e de outras do mesmo gênero como *B. insignis* (ANDRADE-TALMELLI et al., 2001), *B. orbignyanus* (NAKATANI et al., 2001; REYNALTE-TATAJE et al., 2004), *B. melanopetrus* (ACOSTA-MUÑOZ et al., 2010) e *B. hilari* (OLIVEIRA et al., 2012).

No estágio de pré-flexão (30, 45 e 48 hpe) as larvas variaram entre 5,9 a 7,6 mm ( $6,13 \pm 0,13$  mm) de CP, ainda



apresentam o corpo revestido por membrana embrionária, alguns indivíduos mais desenvolvidos exibem sinais de absorção do “*finfold*” com delineamento das nadadeiras dorsal e anal (Figura 2B). A notocorda ainda se encontra retilínea e visível por transparência em toda extensão do corpo. Membrana opercular cobre toda a câmara branquial estendendo-se até a base da inserção do botão da nadadeira peitoral, bexiga natatória inflada e visível, trato digestório com estômago pouco dilatado e intestino relativamente longo, reto e totalmente desenvolvido alcançando a porção posterior do corpo.

A câmara orbital não é mais visível e os olhos bem desenvolvidos já se encontram totalmente pigmentados. A boca é ampla, terminal e cheia de dentes cônicos e em desenvolvimento, com mandíbula proeminente. As nadadeiras dorsal e anal já evidenciam a presença de pterigióforos. A pigmentação apresenta-se dispersa de forma pouco densa por todo o corpo das larvas, mas era possível observar cromatóforos dendríticos na região mediana da mandíbula, sobre toda a região superior da bexiga natatória, se prolongando após a abertura do ânus em pontos difusos e isolados ao longo de toda a região ventral e na porção distal do pedúnculo caudal.

A abertura da boca e do intestino, a presença de dentes e a pigmentação dos olhos observadas neste estágio, determina o momento em que as larvas adquirem maior facilidade em direcionar visualmente o ataque as suas presas, maximizando a capacidade de captura do seu próprio alimento, início da alimentação exógena (OLIVEIRA et al., 2012). Esses eventos em conjunto com o desenvolvimento completo dos sistemas sensoriais e digestório, são importantes e garantem a sobrevivência das espécies.

Entretanto, para o gênero *Brycon*, essa fase é o principal problema encontrado em seu manejo na larvicultura (BERNARDINO et al., 1993; CECCARELLI, 1997; GOMES et al., 1998), devido o hábito voraz e das elevadas taxas de canibalismo durante os estágios iniciais de desenvolvimento, ocasionando drástica redução na sobrevivência, atingindo até 60% das larvas em cativeiro (LEONARDO et al., 2008), situação que pode acontecer mesmo com o saco vitelino presente, indicando uma sobreposição de alimentação endógena e exógena (FAUSTINO et al., 2015), uma vez que as larvas em pré-flexão apresentaram algum alimento no intestino.

A ingestão de alimentos, antes da completa absorção do vitelo é considerada como período de alimentação mista, uma etapa crítica na qual a larva necessita encontrar o alimento adequado a sua sobrevivência, antes de acabar por completo suas reservas nutritivas endógenas (KAMLER, 1992). Dessa forma, estruturas morfológicas e funcionais deveriam ser os indicadores mais importantes e utilizados para o desenvolvimento de técnicas ideais de criação.

O intestino longo estendendo-se até após a metade do corpo de *B. amazonicus*, enquadra-se, segundo Oliveira et al. (2012), com o padrão de morfologia intestinal apresentado pelas espécies de hábito alimentar onívoro.

As larvas em flexão (60, 126 e 216 hpe) variaram entre 8,3 a 13,5 mm ( $9,89 \pm 1,14$  mm) de CP (Figura 2C e D). A notocorda apresenta sua seção final visível e flexionada pela formação dos ossos hipurais da nadadeira caudal. A membrana embrionária está quase completamente absorvida no

dorso, sendo possível observar vestígios na região superior do pedúnculo caudal e formação da nadadeira adiposa.

Essa membrana encontra-se moderadamente absorvida na região ventral, mas ainda interliga a nadadeira anal com a caudal. Ela também está presente na região do intestino onde irá originar a nadadeira pélvica. As nadadeiras dorsal, anal e caudal já estão em formação e em fase de modificação dos raios que se encontram evidentes. A segmentação dos raios, ainda, é observada apenas na nadadeira caudal.

Neste intervalo de tamanho ainda não é possível observar a formação dos raios das nadadeiras peitoral e nem a formação do botão da nadadeira pélvica. A abertura anal encontra-se na linha transversal da porção inicial da nadadeira anal. A bexiga natatória é visível ocupando grande espaço acima do tubo digestivo, a boca ampla e terminal assume uma posição ligeiramente inclinada/oblíqua até a região inferior dos olhos.

Os olhos permanecem esféricos e completamente pigmentados. Nesta fase de desenvolvimento a pigmentação por cromatóforos dendríticos se tornam muito mais evidentes e presentes na extremidade da boca, juntamente com pigmentos puntiformes concentrados na região dorsal da cabeça, na parte interna do opérculo, nos arcos branquiais e por toda parte superior da bexiga natatória, mediana do trato digestivo, e ao longo de toda região antero-dorsal e ventral do tronco que se intensificam à medida que se aproximam do pedúnculo caudal e que se estendem pela linha lateral e nadadeiras dorsal, anal e caudal. É possível observar, ainda, uma faixa de pigmentação na região superior e inferior bem marcada ao longo de toda a extensão da notocorda, bem como a intensificação e concentração de pigmentos formando uma mancha na base da nadadeira caudal. O número total de miômeros varia de 43 a 46 (25 a 26 pré-anal e 20 a 21 pós-anal) (Tabela 1 e 2).

Os indivíduos em estágio de pós-flexão (243 a 336 hpe) variaram de 15 a 26 mm ( $20,75 \pm 3,28$  mm) de CP (Figura 2E), mantendo o mesmo padrão descrito para outras espécies do gênero *Brycon lundii* (SATO et al., 1997), *Brycon orbignianus* (NAKATANI et al., 2001) e *Brycon insignis* (ANDRADE-TAMELLI et al., 2001). A membrana embrionária encontra-se totalmente absorvida na região dorsal, com resquícios presente apenas ao longo do trato intestinal.

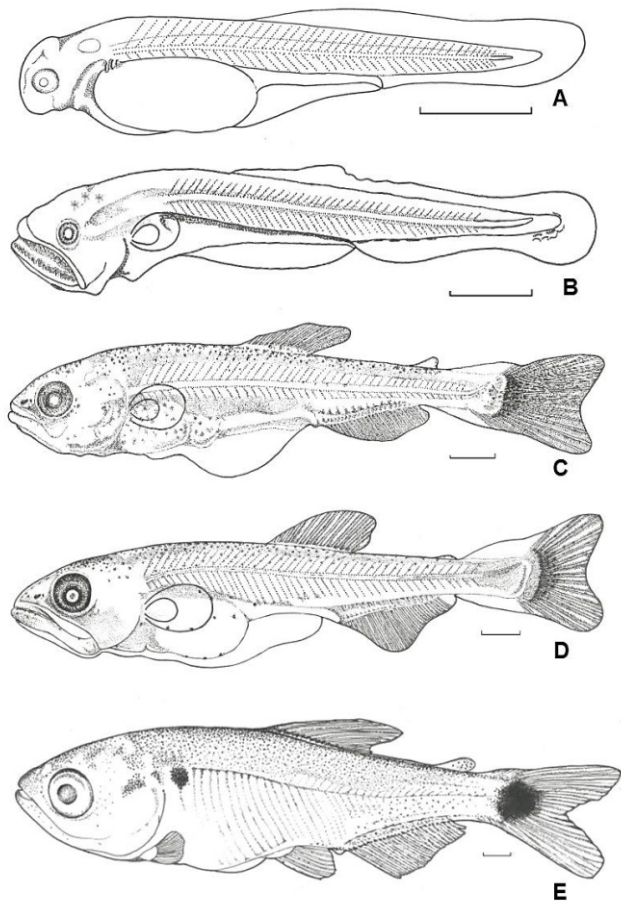
O olho continua esférico, mas a córnea adquire aspecto metalizado. A abertura da boca é terminal levemente voltada para cima. A dentição não variou ao longo dos estágios, tendo sempre duas fileiras de dentes de formato cônico nos ossos pré-maxilar e dentário. A abertura nasal é simples, dupla e circular em formato de oito, sendo o diâmetro da abertura superior maior que o da inferior.

O padrão de pigmentação permanece semelhante ao estágio anterior; evidenciando maior intensificação dos pigmentos (dendríticos e puntiformes) principalmente na região superior da cabeça, dorso lateral do corpo, ao longo da linha lateral e da mancha na base da nadadeira anal. Vários pigmentos puntiformes contornam as nadadeiras dorsal, anal, caudal e adiposa, enquanto os dendríticos encontram-se periféricamente espalhados entre os raios dessas nadadeiras. A porção final do pedúnculo caudal possui pigmentos dendríticos prolongando-se pelos raios medianos da nadadeira caudal.

Os indivíduos com CP acima de 17 mm apresentam a formação da mancha umeral, mácula transversal ovalada situada depois do opérculo, na altura da linha lateral. As nadadeiras dorsal, anal e caudal estão em fase final de ossificação e segmentação dos raios flexíveis. A nadadeira dorsal encontra-se posicionada na região anterior ao ânus e o plano vertical inicial da nadadeira anal, na região posterior ao ânus. A nadadeira caudal é dividida em dois lobos simétricos (um superior e outro inferior) do tipo homocerca furcada. As nadadeiras peitoral e ventral, apesar de conter raios em desenvolvimento, ainda possuíam inserção membranosa até o final deste estágio, sendo a peitoral a última a ser totalmente formada.

No final do estágio, os indivíduos apresentam o total de 14 raios segmentados na nadadeira peitoral, oito na ventral, 12 raios na dorsal, 26 na anal e uma variação de 20 a 22 elementos na caudal, os raios das nadadeiras dorsal e caudal se apresentam ramificados e já se visualizava o início da formação de escamas na região anterior do tronco.

A sequência do desenvolvimento das nadadeiras (em relação ao aparecimento dos primeiros raios) é: caudal, dorsal, anal, pélvicas e peitorais. O número total de miômeros varia de 45 a 46 (22 a 24 pré-anal e 22 a 24 pós-anal) (Tabela 1).



**Figura 2.** Desenvolvimento inicial de *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829): A - início de larval vitelino (3,9 mm CP); B - pré-flexão (6,2 mm CP); C - flexão (8,6 mm CP); D - final de flexão (13,5 mm CP) e E - pós flexão (20 mm CP). Barras = 1 mm. / **Figure 2.** Initial development of *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829): A - onset of vitelline larval (3.9 mm CP); B - pre-flexion (6.2 mm CP); C - flexion (8.6 mm CP); D - final flexion (13.5 mm CP) and E - post flexion (20 mm CP). Bars = 1 mm. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

A partir desta fase os indivíduos são considerados juvenis, não apresentam mais nenhum sinal de nadadeira embrionária, pois já foi totalmente reabsorvida, todas as nadadeiras se encontram completamente formadas, com o corpo completamente coberto por escamas, sendo a imaturidade sexual a única diferença em relação à fase adulta.

A sequência de início de formação dos raios nas nadade-

iras de *B. amazonicus* começando pela caudal, seguida da dorsal, anal, pélvica e finalizando com a peitoral, também foi observada por Neumann (2008) para a mesma espécie, sendo o mesmo comportamento registrado para *B. orbignyanus* e *B. hilari* de acordo com Nakatani et al. (2001) e Oliveira et al. (2012), respectivamente. O que pode representar um padrão de desenvolvimento morfológico característico deste gênero e comum a outras espécies da ordem Characiformes (ARAÚJO-LIMA, 1985; CAVICCHIOLI et al., 1997; SANCHES et al., 2001; GALUCH et al., 2003; SANTOS et al., 2017). A adiposa surge durante o estágio de flexão e é remanescente da membrana embrionária na região superior do pedúnculo caudal.

Em espécies com nadadeira do tipo homocerca furcada, como é o caso do *B. amazonicus* os raios da nadadeira caudal desenvolvem-se depois da flexão da notocorda. Segundo Blaxter (1988), esses dois eventos, a flexão da notocorda e o desenvolvimento da nadadeira caudal, estão diretamente relacionados à natação.

O padrão de pigmentação apresentado pela espécie, escasso logo após a eclosão e intensificando-se durante o desenvolvimento, é considerado comum às espécies de comportamento essencialmente pelágico (SANCHES et al., 2001). Inclusive, a distribuição da pigmentação, da mácula caudal e umeral é semelhante ao observado para outras espécies descritas como *B. orbignyanus* (NAKATANI et al., 2001) e *B. hilari* (OLIVEIRA et al., 2012) e parece ser característica do gênero. Todavia, essas espécies divergem de *B. amazonicus* pelo número de raios das nadadeiras peitorais: *B. amazonicus* (14), *B. orbignyanus* (10 a 13) e *B. hilari* (15). Algumas características morfológicas como padrão de pigmentação, tamanho e forma do corpo refletem a herança genética específica (KENDAL et al., 1984), porém o tempo de desenvolvimento e crescimento variam consideravelmente entre as diferentes espécies de peixes, no entanto, são altamente dependentes das condições ambientais que devem ser favoráveis e das características biológicas da própria espécie.

Contudo, nos rios da Amazônia, ocorrem quatro espécies congêneres, o *B. amazonicus*, *B. falcatus*, *B. melanopterus*, *B. cf. pesu* e *B. gouldingi*, que apresentam sobreposição de espectro alimentar e de períodos e épocas reprodutivas (início da enchente), apesar das espécies diferirem em alguns aspectos reprodutivos, como o sedentarismo de *B. falcatus*, *B. cf. pesu* e *B. melanopterus* que não fazem migração reprodutiva em direção aos rios de água branca, como o *B. amazonicus*, desovando nos próprios afluentes em que habitam, ocorrendo principalmente em rios de águas claras e pretas, mas sempre próximo ao sistema de águas brancas (SANTOS et al., 2006; QUEIROZ et al., 2013; LIMA et al., 2017).

Neste sentido, as descrições morfológicas e merísticas apresentadas permite adequada identificação de larvas *B. amazonicus* em estágios mais avançados de desenvolvimento (fase de pós-flexão), principalmente pelos 12 raios encontrados na nadadeira dorsal e 26 raios segmentados presentes na anal, caracteres merísticos que podem ser considerados na separação das larvas de *B. amazonicus* das demais espécies, que apresentam ausência de sobreposição quanto ao número desses elementos presentes nas nadadeiras de *B. melanopterus*, *B. gouldingi*, *B. falcatus* e *B. cf. pesu* (Tabela 2). Além do número de miômeros totais de *B. amazonicus* (45-46) que diferem dos valores encontrados em *B. falcatus* (42-43) e *B. gouldingi* (47-48).

**Tabela 1.** Medidas (mm), médias (x) e desvio padrão (DP) encontrados para as variáveis morfométricas e merísticas obtidas em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*); (n, número de indivíduos analisados; LV, larval vitelino; PF, pré-flexão; FL, flexão; FP, pós-flexão; CP, comprimento padrão; AC, altura da cabeça; CC, comprimento do focinho; DO, diâmetro do olho; ACO, altura do corpo; DPA, distância pré-anal; DPD, distância pré-dorsal; DPP, distância pré-peitoral. A ausência de medidas é devido ao grau de desenvolvimento incompleto das larvas e/ou por estarem danificadas. / **Table 1.** Measurements (mm), means (x) and standard deviation (SD) found for morphometric and meristic variables obtained from matrinxã larvae (*Brycon amazonicus*); (n, number of individuals analyzed; VV, vitelline larval; PF, pre-flexion; FL, flexion; FP, post-flexion; PC, standard length; AC, head height; CC, head length; FC, length muzzle; DO, eye diameter; OOC, body height; APD, pre-anal distance; DPD, pre-dorsal distance; DPP, pre-pectoral distance. / or because they are damaged.

Variáveis (mm)	Estágio larval							
	Larval vitelino (6 a 12 hpe; n= 163)		Pré-flexão (30,45 a 48 hpe; n= 43)		Flexão (60,126 a 216 hpe; n=46)		Pós-flexão (243 a 336 hpe; n= 8)	
	Amp	X±DP	Amp	X±DP	Amp	X±DP	Amp	X±DP
CP	3,90-6,90	4,99±0,91	5,90-6,40	6,13±0,13	8,30-13,50	9,89±1,14	15,00-26,00	20,75±3,28
DPD	1,50-2,70	2,05±0,23	1,90-2,50	2,16±0,14	3,10-8,00	5,15±0,66	11,00-7,00	9,38±1,30
DPA	n.a	n.a	n.a	n.a	4,20-8,00	6,15±0,90	14,00-9,00	12,63±1,69
DPP	0,70-1,70	1,07±0,22	1,30-1,60	1,40±0,09	1,90-3,50	2,45±0,38	4,00-6,50	5,81±0,75
CC	0,40-1,20	0,67±0,22	1,00-1,30	1,11±0,07	3,00-6,50	2,04±0,28	3,00-6,50	5,13±0,99
CF	0,10-0,60	0,25±0,13	0,30-0,45	0,36±0,05	0,50-0,90	0,69±0,10	1,50-2,50	1,81±0,46
DO	0,15-0,35	0,24±0,04	0,30-0,41	0,35±0,04	0,50-1,00	0,72±0,12	1,00-2,00	1,75±0,38
AC	0,40-1,10	0,71±0,18	0,95-1,10	1,01±0,04	1,20-2,20	1,70±0,26	2,00-8,00	4,75±1,75
ACO	0,80-1,20	1,01±0,07	1,00-1,20	1,06±0,05	1,60-2,50	1,97±0,31	3,00-8,00	5,89±1,54
<b>Número de miômeros</b>								
Pré-anal	24-25	24±0,50	22-23	22±0,71	22-23	22±0,50	22-24	23±0,83
Pós-anal	16-17	16±0,31	20-22	20±0,71	21-22	22±0,54	22-24	23±0,83
Total	41-42	41±0,50	43-44	43±0,00	43-46	44±0,93	45-46	45±0,46
<b>Número de raios</b>								
Peitoral	-	-	-	-	-	-	-	14
Ventral	-	-	-	-	-	-	-	8
Dorsal	-	-	-	-	-	-	-	12
Anal	-	-	-	-	-	-	-	26
Caudal	-	-	-	-	-	-	-	20-22

**Tabela 2.** Dados comparativos dos valores merísticos encontrados na literatura entre espécies congêneras de *Brycon* com ocorrência registrada na bacia amazônica. / **Table 2.** Comparative data of the meristic values found in the literature among similar species of *Brycon* occurring in the Amazon basin.

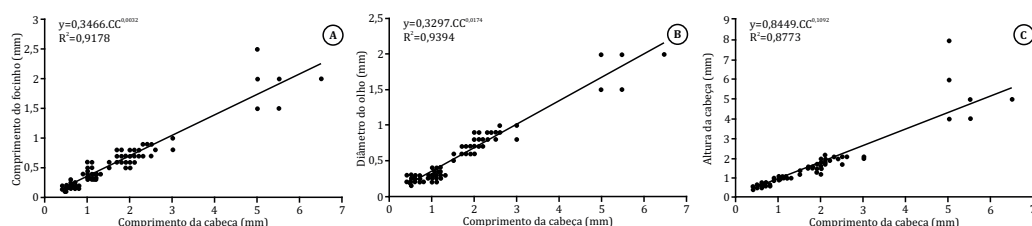
Dados merísticos	Espécies de <i>Brycon</i> com ocorrência na bacia amazônica				
	<i>B. amazonicus</i>	<i>B. gouldingi</i>	<i>B. melanopterus</i>	<i>B. falcatus</i>	<i>B. cf. pesu</i>
Miômeros	45-46	47-48	46-47	42-43	-
<b>Número de raios</b>					
Dorsal	12	9	9	9	-
Anal	26	24	25	23	20
Peitoral	14	15	14	14	-
Ventral	8	8	8	8	-

\*Os dados merísticos utilizados para comparação com *B. amazonicus* foram retirados de Queiroz et al. (2013) e Lima et al. (2017). / \*The meristic data used for comparison with *B. amazonicus* were taken from Queiroz et al. (2013) and Lima et al. (2017).

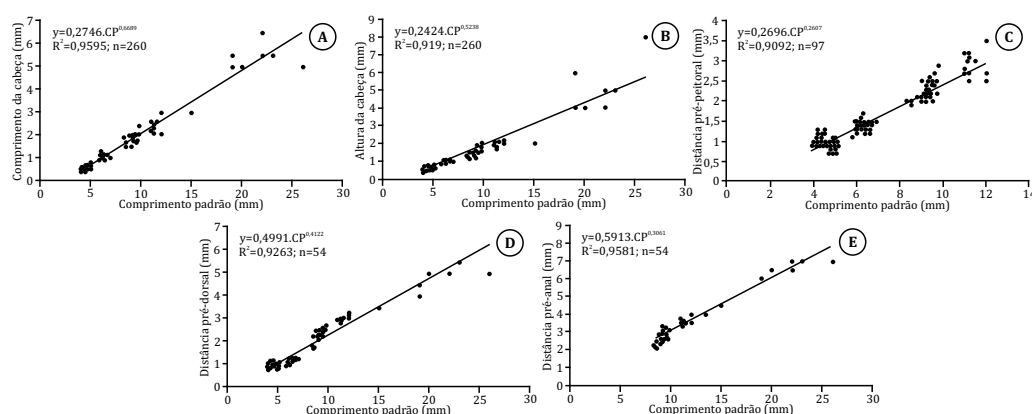
As variáveis morfométricas foram relacionadas com o comprimento da cabeça (Figura 3 A, B e C) e o comprimento do corpo (Figura 4 A, B, C, D e E) ao longo do desenvolvimento. As variáveis comprimento do focinho, diâmetro do olho e altura da cabeça em relação o comprimento da cabeça e a altura do corpo, o comprimento da cabeça, as distâncias pré-peitoral, pré-dorsal e pré-anal em relação ao comprimento padrão foram alométricos negativos ( $b < 1$ ) durante a fase larval, ou seja, houve um crescimento proporcionalmente menor dessas variáveis em relação ao comprimento

da cabeça e do corpo durante o desenvolvimento inicial.

Este padrão pode estar vinculado a uma maior exigência morfofisiológica, em relação à competição e captura de alimento, acelerando assim o comprimento do corpo em detrimento de outras estruturas (ANDRADE et al., 2014; SANTOS et al., 2017). Existe a possibilidade de estes resultados terem sofrido interferência do pequeno número de indivíduos analisados, já que a maioria das estruturas surge, porém não funcionais, apenas durante os estágios larvais mais avançados.



**Figura 3.** Relações corporais de *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829) obtidas em função do comprimento da cabeça: A - comprimento do focinho; B - diâmetro do olho e C - altura da cabeça. / **Figure 3.** Body relationships of *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829) as a function of head length: A - muzzle length; B - eye diameter and C - head height.



**Figura 4.** Relações corporais de *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829) obtidas em função do comprimento padrão: A - comprimento da cabeça; B - altura do corpo; C - distância pré-peitoral; D - distância pré-dorsal e E - distância pré-anal. / **Figure 4.** Body relations of *Brycon amazonicus* (Agassiz, 1829) as a function of standard length: A - head length; B - body height; C - pre-pectoral distance; D - pre-dorsal distance and E - pre-anal distance.



Tais resultados são similares aos observados por Bialecki et al. (1998) em análise do desenvolvimento inicial de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) e observaram crescimento alométrico negativo para a maioria das relações corporais, com exceção do comprimento da cabeça em relação ao comprimento padrão que mostrou um comportamento alométrico positivo, indicando que as partes da cabeça alteram-se de maneira desigual para esta espécie. No entanto, os dados encontrados divergem do trabalho realizado por Oliveira et al. (2012) para outra espécie brasileira do gênero *Brycon*, onde o crescimento indicou desenvolvimento isométrico descontínuo com maior metamorfose no estágio de flexão.

Em algumas espécies, cada estrutura corporal dos peixes, ao longo da ontogenia, exerce um efeito diferente na posição e tamanho de outra estrutura (WILHELM, 1984). E esses processos dinâmicos e de transformações ocorridas durante o desenvolvimento inicial, geralmente, são vinculadas a importantes alterações morfológicas e funcionais do sistema orgânico (CORREIA et al., 2010; FAUSTINO et al., 2011), resultando em diferentes medidas corporais e padrões de crescimento intra e interespecíficos.

De acordo com Romagosa et al. (2001) e Monteiro (2002), o *B. amazonicus* adquire forma igual aos indivíduos adultos com 48 horas após a fertilização. Diferente do observado em *B. insignis* que se assemelha aos adultos somente quando atingem comprimento total de aproximadamente  $1,2 \pm 0,24$  cm em torno de 94 h após a fertilização (ANDRADE-TALMELLI et al., 2001).

Ecologicamente, espécies migradoras como membros da família Bryconidae apresentam evolutivamente um rápido desenvolvimento e crescimento corporal para sobreviverem sem o cuidado parental, uma vez que essa rápida passagem pela fase crítica de transição alimentar (endógena para a exógena) reflete na adaptação ecológica das espécies em superar a vulnerabilidade das larvas às pressões ambientais bióticas (predação) e abióticas (variações físico-químicas). No sentido conservacionista, o rápido desenvolvimento embrionário é um fator importante na questão produção/tempo que pode ser utilizado para o recrutamento biológico em ambientes super explorados pela pesca intensiva (OLIVEIRA et al., 2012).

## Conclusão

Com base nos resultados, podemos concluir que as larvas de *B. amazonicus* são pouco desenvolvidas na eclosão, com saco vitelino grande e elíptico. O padrão de pigmentação, a presença de dentição em fase inicial de desenvolvimento, e dados merísticos como o número de miômeros e raios das nadadeiras, são importantes características que permitem diferencia-las de outras espécies congêneres ou simpátricas.

As principais transformações como a flexão da notocorda, a formação dos raios das nadadeiras e o maior desenvolvimento muscular (diminuição da transparência dos miômeros) podem estar associados principalmente, as mudanças fisiológicas e alterações comportamentais da espécie, como por exemplo, propiciar um corpo mais apto para maior atividade natatória, exploração do hábitat e obtenção de alimento, no entanto estas observações precisam ser ainda investigadas.

As informações obtidas neste trabalho contribuem para a taxonomia de *B. amazonicus*, particularmente no que se

refere à variação morfológica ocorrida durante a fase larval, que pode subsidiar tanto a larvicultura quanto às ações de manejo e conservação da espécie, auxiliando a criação de planos de gestão ambiental e exploração sustentável dos recursos pesqueiros.

## Referências bibliográficas

- ACOSTA-MUÑOZ, H. A.; ORTEGA-MONTENEGRO, C.; SANGUINO-ORTIZ, R. W.; CEBALLOS-RUIZ, B. L.; LÓPEZ-MACIAS, J. N. Evaluación de tres tipos de alimento como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico, *Brycon melanopterus*, (Cope, 1872). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 4, n. 1, p. 42-50, 2010.
- ALVES, M. S. D.; MOURA, A. Estádios de desenvolvimento embrionário de curimatã-pioa, *Prochilodus affinis* (Reinhardt, 1874) (Pisces, Prochilodontidae). In: **Encontro anual de aquicultura de Minas Gerais**. Belo Horizonte. Anais. Três Marias: CODEVASF, p. 61-71, 1992.
- ANDRADE, F. F.; LIMA, A. F. D.; ASSUMPÇÃO, L. D.; MAKRAKIS, S.; KASAI, R. I. D.; MAKRAKIS, M. C. Characterization of the early development of *Pseudoplatystoma reticulatum* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Siluriformes: Pimelodidae) from the Paraguay River Basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 14, n. 2, p. 150 - 032, 2016.
- ANDRADE, F. F.; MAKRAKIS, M. C.; LIMA, A. F. D.; ASSUMPÇÃO, L. D.; MAKRAKIS, S.; PINI, S. F. Desenvolvimento embrionário, larval e juvenil de *Hemisorubim platyrhynchos* (Siluriformes, Pimelodidae) da bacia do rio Paraná. **Iheringia**, v. 104, v. 1, p. 70-80, 2014.
- ANDRADE-TALMELLI, E. F.; KAVAMOTO, E. T.; ROMAGOSA, E.; FENERICHVERANI, N. Embryonic and larval development of the "piabanha", *Brycon insignis* Steindachner, 1876 (Pisces, Characidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 21-27, 2001.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 45, n. 4, p. 423-443, 1985.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. A larva da branquinha comum, *Potamorhina latior* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 51, p. 45-56, 1991.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J. A.; FONTES, N. A.; MENDONÇA, J. O. J. Propagação artificial do matrinhã *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) (Teleostei Characidae). **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 6, n. 2, p. 1-9, 1993.
- BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; GALUCH, A. V.; LUVISUTO, M. A.; NAKATANI, K.; MAKRAKIS, M. C.; BORGES, M. E. E. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Auchenipterus osteomystax* (Osteichthyes, Auchenipteridae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 377-382, 2001.
- BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K. Caracterização morfológica e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae) no alto do rio Paraná (PR). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 1037-1047, 1998.
- BLAXTER, J. H. S. Pattern and variety in development. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Fish Physiology**, v. 11, p. 1-58, 1988.
- CAVICCHIOLI, M.; NAKATANI, K.; SHIBATTA, O. A. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. **Ichthyological Exploration in Freshwater**, v. 8 n. 2, p. 97-106, 1997.
- CECCARELLI, P. S. **Canibalismo em larvas de matrinhã *Brycon cephalus* (Günther, 1869)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista - UNESP: Botucatu, 1997.
- CORREIA, M. A.; MACIEL, C. M. R. R.; NASCIMENTO, L. S.; MACIEL JR., A. Ontogenia da pigmentação das larvas de três espécies de Characiformes, criadas em incubatório. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-14, 2010.
- FAUSTINO, F.; MAKINO, L. C.; NEUMANN, E.; NAKAGHI, L. S. O. Morphological and morphometric aspects of early life stages of piabanha *Brycon gouldingi* (Characidae). **Journal of Fish Biology**, v. 86, n. 1, p. 1491-1506, 2015.
- FAUSTINO, F.; NAKAGHI, L. S. O.; NEUMANN, E. *Brycon gouldingi* (Teleostei, Characidae): aspects of the embryonic development in a new fish species with aquaculture potential. **Zygote**, v. 19, n. 4, p. 351-363, 2011.
- FERREIRA, E.; ZUANON, J.; FORSBERG, B.; GOULDING, M.; BRIGLIA-FERREIRA, R. **Rio Branco: peixes, ecologia e conservação de Roraima**. Manaus: Sociedade Civil Mamirauá/Amazon Conservation Association/INPA, 2007.
- FUIMAN, L. A. Growth gradients in fish larvae. **Journal of Fish Biology**, v. 23, n. 1, p. 117-123, 1983.
- GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G. Desenvolvimento inicial e distribuição temporal de larvas e juvenis de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 335-343, 2003.

- GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Influência da densidade de estocagem na produtividade de larvas do matrinxã *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae) em tanques. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 1998.
- GRAÇA, W. J.; PAVANELLI, C. S. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes**. Maringá, EDUEM, 2007, 241 p.
- ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 11, n. 2, p. 295-339, 1995.
- KAMLER, E. **Early Life History of Fish and an Energetics Approach**. Chapman and Hall, London, 1992. p. 267.
- KENDALL JR, A. W.; AHLSTROM, E. H.; MOSER, H. G. Early life stages of fishes and their characters. In: MOSER, H. G.; RICHARDS, W. J.; COHEN, D. M.; FAHAY, M. P.; KENDALL JR, A. W.; RICHARDSON, S. L. (Ed.). **Ontogeny and Systematics of Fishes**. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication No. 1. Miami: Flórida, 1984. 11-23 p.
- KIPPER, D.; TAGUTI, T. L.; BIALETZKI, A.; MAKRAKIS, M. C.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V. Early ontogeny of *Clarias gariepinus* (Siluriformes, Clariidae) and aspects of its invasion potential in natural freshwater environments. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 35 n. 1, p. 411-418, 2013.
- LEIS, J. M.; TRNSKI, T. **The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1989. 371 p.
- LEITE, R. G.; CANAS, C.; FORSBERG, B.; BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Larvas dos grandes bagres migradores**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia/Asociación para la conservación de la Cuenca Amazonica (ACCA), 2007. 127 p.
- LEONARDO, A. F. G.; HOSHIBA, M. A.; SENHORINI, J. A.; URBINATI, E. C. Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de Triiodotironina (T<sub>3</sub>). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 231-239, 2008.
- LIMA, F. C. T. A revision of the cis-andean species of the genus *Brycon* Müller & Troschel (Characiformes: Characidae). **Zootaxa**, v. 4222, n. 1, p. 1-189, 2017.
- LIMA, F. C. T. **Revisão taxonômica do gênero *Brycon* Müller e Troschel, 1844, dos rios da América do Sul cis-andina (Pisces: Ostariophysi: Characiformes: Characidae)**. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2001.
- LIMA, F. C. T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. (Ed.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDPURCS, 2003, p. 174-181.
- LOPES, T. M.; OLIVEIRA, F. G.; BIALETZKI, A.; AGOSTINHO, A. A. Early development in the mouth-brooding cichlid fish *Satanoperca pappaterra* (Perciformes: Cichlidae). **Revista de Biologia Tropical**, v. 63, n. 1, p. 139-153, 2015.
- LUZ, R. K.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; FERREIRA, A. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Desenvolvimento embrionário e estágios larvais do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 49-55, 2001.
- MACIEL, C. M. R. R.; LANNA, E. A. T.; MACIEL JUNIOR, A.; DONZELE, J. L.; NEVES, C. A.; MENIN, E. Morphological and behavioral development of the piracanjuba larvae. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 961-970, 2010.
- MIRA-LÓPEZ, T. M.; MEDINA-ROBLES, V. M.; VELASCO-SANTAMARÍA, Y. M.; CRUZ-CASALLAS, P. E. Valores morfométricos em larvas de yamú *Brycon amazonicus* (Pisces: Characidae) obtidas com semen fresco y crioconservado. **Actualidades Biológicas**, v. 29, n. 87, p. 203-213, 2007.
- MONTEIRO, L. B. B. **Indução à desova, desenvolvimento embrionário e larval do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869), sob o efeito da Triiodotironina (T<sub>3</sub>)**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Amazonas - UFAM: Manaus, 2002.
- NAKAGHI, L. S. O.; NEUMANN, E.; FAUSTINO, F.; MENDES, J. M. R.; BRAGA, F. M. Moments of induced spawning and embryonic development of *Brycon amazonicus* (Teleostei, Characidae). **Zygote**, v. 22, n. 4, p. 549-557, 2013.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; CAVICCHIOLI, M. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM/Nupélia, 2001. 359 p.
- NAKAUTH, A. C. S. S.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; FIGUEIREDO, M. R.; BERNARDINO, G. Desenvolvimento embrionário e larval do *Brycon amazonicus* (GUNTHER, 1869). **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM - Igapó**, v. 9, n. 1, p. 16-31, 2015.
- NAKAUTH, A. C. S. S.; VILLACORTA-CORREA, M. A.; FIGUEIREDO, M. R.; BERNARDINO, G.; FRANÇA, J. M. Embryonic and larval development of *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829). **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 1, p. 109-116, 2016.
- NEUMANN, E. **Desenvolvimento inicial de jatuarana, *Brycon amazonicus* (Teleostei, Characidae)**. 2008. Tese (Doutorado em Aquicultura). UNESP - Universidade Estadual Paulista: Jaboticabal, São Paulo, 2008. 2 p.
- OLIVEIRA, E. C.; BIALETZKI, A.; ASSAKAWA, L. F. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac larvae (Siluriformes: Pimelodidae). **Zootaxa**, v. 1707, p. 37-48, 2008.
- OLIVEIRA, F. G.; BIALETZKI, A.; GOMES, L. C.; SANTIN, M.; TAGUTI, T. L. Desenvolvimento larval de *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 62-70, 2012.
- PEREIRA, L. H. A.; BIALETZKI, A.; BONECKER, A. C. T. Larval and juvenile development of *Tatia intermedia* (Siluriformes: Auchenipteridae). **Journal of Fish Biology**, v. 90, n. 3, p. 1098-1103, 2017.
- PERES-NETO, P. R. Introdução a análises morfométricas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 2, p. 57-89, 1995.
- QUEIROZ, L. J.; TORRENTE-VILARA, G.; OHARA, W. M.; PIRES, T. H. S.; ZUANON, J.; DORIA, C. R. C. **Peixes do rio Madeira**. Santo Antônio Energia, São Paulo, 2013. 316 p.
- REIS, R. E.; ALBERT, J. S.; DARIO, F. D.; MINCARONE, M. M.; PETRY, P.; ROCHA, L. A. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.
- REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E.; ESQUIVEL, J. R. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 67-71, 2004.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; FENERECH-VERANI, N. 2001. Stages of embryonic development of the "Matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces: Characidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 27-32, 2001.
- SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SUIBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K.; BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 383-389, 2001.
- SANTOS, J. E.; SALES, N. G.; SANTOS, M. L.; ARANTES, F. P.; GODINHO, H. P. Early larvae ontogeny of the Neotropical fishes: *Prochilodus costatus* and *P. argenteus* (Characiformes: Prochilodontidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 64, n. 2, p. 537-546, 2016.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: Ibama/AM, ProVárzea, 2006. 144 p.
- SANTOS, J. A.; IQUEMATSU, M. S.; SOARES, C. M.; GALDIOLI, E.; KLEBERT, F.; TEIXEIRA, V. A.; BIALETZKI, A. Temporal distribution and early development of *Moenkausia cf. gracilima* (Lucena & Soares, 2016) (Osteichthyes, Characidae) in the upper Paraná River, Brazil. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 29, n. 11, p. 109, 2017.
- SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R.; VIEIRA, L. J. S. **Reprodução induzida do matrinxã (*Brycon lundii*) Reinhardt, 1877, da Bacia do rio São Francisco**. In: Seminário Regional de Ecologia, 7, São Carlos. Anais... v. 8, p. 353-359, 1997.
- SOUZA, R. L.; MENDONÇA, M. R. Caracterização da pesca e dos pescadores de peixes ornamentais da região de Tefé/AM. **Uakari**, v. 5, n. 2, p. 7-17, 2009.
- TAGUTI, T. L.; BIALETZKI, A.; SEVERI, W.; AGOSTINHO, A. A.; ASSAKAWA, L. F. Early development of two tropical fishes (Perciformes: Sciaenidae) from the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n. 4, p. 1105-1118, 2015.
- TAGUTI, T. L.; KIPPER, D.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; BAUMGARTNER, G.; FERNANDES, R. Desenvolvimento inicial de *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Characiformes, Lebiasinidae). **Biota Neotropical**, v. 9, n. 1, p. 59-65, 2009.
- TORTOLERO, S. A. R.; SOARES, M. C. F.; MERA, P. A. S.; MONTEIRO, J. M. F. Efeito da densidade de estocagem no crescimento do matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) em gaiolas de pequeno volume. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 1, p. 81-92, 2010.
- VAN SNIK, G. M. J.; VAN DEN BOOGAART, J. G. M.; OSSE, J. W. M. Larval growth patterns in *Cyprinus carpio* and *Clarias gariepinus* with attention to the finfold. **Journal of Fisheries Biology**, v. 50, n. 6, p. 1339-1352, 1997.
- WILHELM, W. Interspecific allometric growth differences in the head of three haplochromine species (Pisces, Cichlidae). **Netherlands Journal of Zoology**, v. 34, n. 4, p. 622-628, 1984.
- ZACARDI, D. M.; BITTENCOURT, S. C. S. Morphological characterization of fish larvae captured in the estuarine complex of the Pará and Paracauari Rivers (Pará State - Brazil). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 2, p. 92-116, 2017.